

Informatische Bildung in Praxisphasen des Faches Sachunterricht an universitären Standorten in NRW

Miriam Kuckuck,¹ Alexander Best,² Inga Gryl,³ Jan Grey,³ Torsten Brinda,⁴ Anna Windt,⁵
Nico Schreiber,⁵ Fatma Batur,⁴ Denise Schmitz⁶

Abstract: Eine frühe informatische Bildung wird sowohl von der Fachdidaktik Informatik als auch von Didaktiker*innen aus dem Primarbereich gefordert. Aufgrund seines auf die Lebens- und Erfahrungswelt der Schüler*innen ausgerichteten Bildungsauftrags wurde und wird der Sachunterricht als Unterrichtsfach herangezogen, in dem eine informatische Bildung verortet werden könnte. In diesem Beitrag wird ein Projekt aus Nordrhein-Westfalen vorgestellt, über welches an drei Universitätsstandorten Erfahrungen und Ergebnisse eines solchen Vorhabens gewonnen, zusammengetragen, evaluiert und diskutiert werden sollen. Hierzu werden didaktisch-methodische Handreichungen für Praxisphasen an Hochschulen entwickelt, zusammen mit den Grundschullehramtsstudierenden diskutiert sowie weiterentwickelt und von diesen im Sachunterricht in Kooperation mit Lehrkräften umgesetzt. Ziel ist es, praxiserprobte Unterrichtsmaterialien zu entwickeln, Forschungsfragen zu generieren sowie zu erörtern und sowohl der Fachdidaktik Informatik als auch der Sachunterrichtsdidaktik die gewonnene Expertise bereitzustellen.

Keywords: Primarbereich; Grundschule; Sachunterricht; Lehrerbildung

1 Einleitung

„Digitalisierung“ ist eines der großen Schlagworte unserer Zeit und die damit zum Ausdruck gebrachte „digitale Transformation“ wird ganz wesentlich ermöglicht durch Informatik. Tatsächlich ist unser Alltag – von den neuesten Errungenschaften nahezu aller Wissenschaften bis hin zu den banalsten Gebrauchsgegenständen – von Informatik durchdrungen. Unbestreitbar wird sich dies in Zukunft verstärken. Um zumindest in Grundzügen zu verstehen, wie die uns umgebende, durch Digitalisierung geprägte Welt funktioniert und herauszufinden,

¹ Bergische Universität Wuppertal, Institut für Geographie und Sachunterricht, Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal, kuckuck@uni-wuppertal.de

² Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Didaktik der Informatik, Corrensstraße 80, 48149 Münster, alexander.best@uni-muenster.de

³ Universität Duisburg-Essen, Didaktik des Sachunterrichts, Schützenbahn 70, 45127 Essen, {inga.gryl,jan.grey}@uni-due.de

⁴ Universität Duisburg-Essen, Didaktik der Informatik, Schützenbahn 70, 45127 Essen, {torsten.brinda,fatma.batur}@uni-due.de

⁵ Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Didaktik des Sachunterrichts, Leonardo-Campus 11, 48149 Münster, {anna.windt,nico.schreiber}@uni-muenster.de

⁶ Bergische Universität Wuppertal, Didaktik der Informatik, Gaußstraße 20, 42097 Wuppertal, dschmitz@uni-wuppertal.de

wie man selbst mitgestaltend aktiv werden kann, sollte schulische Bildung bereits frühzeitig auch ein informatisches Fundament anlegen. Bisher zeigt sich, dass auch die Generation der sogenannten „digital natives“ höchstens als Nutzer*innen mit Informatiksystemen umgehen kann und mit einem kritischen Hinterfragen oder dem Gestalten dieser innovativen Möglichkeiten noch überfordert ist [ECDL14; En17]. Soll die kommende Generation jedoch gerüstet sein für die Möglichkeiten, die diese „digitale Welt“ ihr bieten, und auch für die Herausforderungen, die sie ihr abverlangen wird, so muss sie an der kritischen Diskussion und Gestaltung dieser Welt kompetent mitwirken können. Dafür ist das Verständnis der Ideen, Prinzipien und Strukturen hinter Phänomenen der Informatik notwendig [HP04]. Dieses soll (und kann) allen Schüler*innen in einer jeweils entsprechenden Form auf allen Altersstufen vermittelt werden [Br60; Sc01; Sc93]. Grundlage hierfür stellt das in allen Schulstufen etablierte Kompetenzmodell der Gesellschaft für Informatik e.V. dar, das zuletzt 2019 auch für die Grundschule konkretisiert wurde [GI19b].

Im vorliegenden Praxisbeitrag wird ein Verbundprojekt⁷ im Bundesland NRW beschrieben, das darauf abzielt, fachliche und fachdidaktische Elemente der Informatik in der ersten Phase der Lehrer*innenbildung von Grundschullehrkräften im Praxissemester Sachunterricht bzw. in praxisorientierten Seminaren zu verankern. Informatik wird dabei als Erweiterung der fachlichen Perspektiven des Sachunterrichts verstanden. Im Projekt entwickeln Lehramtsstudierende des Faches Sachunterricht angeleitet Unterrichtskonzepte und erstellen Unterrichtsmaterialien. Diese werden anschließend im/n Praxissemesterunterricht/Praxisphasen zusammen mit der jeweils begleitenden Lehrkraft angewendet und erprobt, sodass auch diese ihre fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen zur Informatik erweitern kann. Das Projekt zielt darauf ab, angehende Lehrkräfte des Sachunterrichts in NRW auf die Einbeziehung informatischer Ideen in den Unterricht durch praxisorientierte Phasen vorzubereiten und bei ihrer Anwendung zu begleiten. Neben den Studierenden und den begleitenden Lehrkräften an den Schulen profitieren auch die Schüler*innen der Grundschulen von den neuen Unterrichtsideen, da die im Projekt entwickelten Materialien direkt eingesetzt werden. Im vorliegenden Beitrag werden das Konzept und erste Umsetzungserfahrungen vorgestellt. Hervorhebenswert ist, dass an diesem Projekt jeweils zwei Didaktiken (Sachunterrichts- und Informatikdidaktik) an drei Universitätsstandorten eng zusammenarbeiten und dass die Konzepte auf weitere Standorte übertragen werden können.

2 Informatische Bildung als Teil der Lehramtsausbildung im Fach Sachunterricht

Bislang findet noch kein systematischer Erwerb grundlegender informatischer und informatikdidaktischer Kompetenzen in der Lehrer*innenbildung von Grundschullehrkräften statt:

⁷ Das Projekt wird vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MKW NRW) gefördert. Die Verantwortlichen sind Prof. Dr. Miriam Kuckuck und Prof. Dr. Ludger Humbert (Standort Wuppertal), Prof. Dr. Anna Windt und Prof. Dr. Marco Thomas (Standort Münster) sowie Prof. Dr. Inga Gryl und Prof. Dr. Torsten Brinda (Standort Duisburg-Essen).

weder im Lehramtsstudium noch im Referendariat oder in Fortbildungen. Zwar berichten Grundschullehrer*innen über Erfahrungen mit Informatik in ihrer eigenen Schulzeit oder im Studium, diese sind jedoch höchst heterogen, werden negativ oder indifferent wahrgenommen und führen oft zu Fehlvorstellungen, die sich selten mit dem Forschungsauftrag der Informatik als wissenschaftlicher Disziplin bzw. dem Bildungsauftrag des Informatikunterrichts vereinbaren lassen [Be20]. Eine systematische Ausbildung angehender Lehrkräfte wäre jedoch notwendig, um einerseits bestehende Fehlvorstellungen abzubauen und die Lehrkräfte andererseits dazu zu befähigen, einen Unterricht mit und über Medien und Informatik durchzuführen [Ge15]. Aktuelle Befunde der PISA-Sonderanalyse legen jedoch nahe, dass zumindest die überwiegende Anzahl der Lernenden die notwendigen Fähigkeiten für digitalen Unterricht seitens ihrer Lehrpersonen vermissen [OECD20]. Das dürfte in noch stärkerem Maße auch für die Auseinandersetzung mit Digitalisierung als Unterrichtsgegenstand, insbesondere mit Ideen der Informatik, gelten. Analog zu anderen Fachdidaktiken müssten angehende Lehrkräfte daher zukünftig auch in Informatik grundlegende fachliche und fachdidaktische Kompetenzen erwerben können. Erste Erfahrungen aus Lehrveranstaltungen und Fortbildungen zeigen, dass einerseits Interesse angehender Lehrer*innen an solchen Konzepten besteht und andererseits entsprechende Formate erfolgreich entwickelt und vermittelt werden können. Dies umfasst auch solche Themen, etwa aus dem Inhaltsbereich „Sprachen und Automaten“, die bislang kaum in der Grundschule umgesetzt wurden und werden [Hu20]. Ansätze, die fächerübergreifend und -vernetzend angelegt sind wie der Vehikel-Ansatz, der ein Jugendinteressengebiet mit technischen Grundprinzipien verknüpft [DT19], oder Best-Practice Beispiele wie kidipedia [Pe10]. Haselmeier et al. skizzieren drei Ebenen, welche für eine erfolgreiche Umsetzung informatischer Bildung im Primarbereich notwendig sind [Ha16]. Dies ist zunächst die Qualifikation der Lehrkräfte, welche neben den fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen auch ein positives Informatikselbstkonzept entwickeln müssen. Hierbei muss u. a. berücksichtigt werden, dass der weibliche Anteil an den Grundschullehrkräften in NRW bei rund 95% liegt und sich somit stark zur Zusammensetzung von Informatiklehrer*innen unterscheidet – die amtlichen Schuldaten NRW weisen für das Schuljahr 2019/2020 einen Anteil von etwa 28% Informatiklehrerinnen über alle Schulformen aus [MSB20a]. Als weitere Ebene weisen Haselmeier et al. die Unterrichtsmaterialien aus, welche ebenfalls für ein positives Informatikselbstkonzept der Schüler*innen sowie den entsprechenden Kompetenzerwerb entwickelt werden müssen. Aus diesen Überlegungen folgt mit der dritten Ebene die Forderung nach einem Pflichtfach Informatik ab der 1. Klasse, wie es bspw. bereits seit 2014 über das Fach Computing im Vereinigten Königreich geschieht. Die Bereitschaft von Grundschullehrer*innen, sich mit informatischer Bildung auseinanderzusetzen, besteht in Deutschland [FGH16] und auch Informatiklehrer*innen plädieren in Teilen für eine frühe informatische Bildung im Primarbereich [De17].

2.1 Potenzial des Faches Sachunterricht als Teil der informatischen Grundbildung in der Grundschule

Studierende des Faches Sachunterricht bauen im Rahmen ihres Studiums professionelle Kompetenz auf [BK06], indem sie Fachwissen, pädagogisches und fachdidaktisches Wissen erwerben, welche sich an den rezenten und zukünftigen Inhaltsfeldern ihres Berufes orientieren. Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts [GDSU19] geht in ihrem Qualifikationsmodell für das Studienfach Sachunterricht von drei Qualifikationsbereichen aus: perspektivübergreifender Bereich, perspektivspezifischer Bereich sowie der Bereich Kind & Sache / Sache & Kind. Der Sachunterricht greift die Lebenswelt von Kindern auf und weist sich durch einen hohen Gegenwarts- und Zukunftsbezug aus. Die Interessenwelt und die Alltagswelt von Grundschulkindern haben sich bereits und werden sich zukünftig noch sehr verändert/n, wie eingangs erwähnt, leben auch sie in einer von Informatik durchdrungenen Welt. Themen der Digitalisierung und informatischen Bildung sind daher für den Sachunterricht von großer Bedeutung. Durch sein disziplinübergreifendes (perspektivenübergreifendes) Verständnis bietet der Sachunterricht ideale Ansatzpunkte für eine die Lebenswelt erschließende, informatische Bildung. Die Integration einer informatischen Bildung in den Sachunterricht bestärkt das informatische Selbstkonzept und die informatische Selbstwirksamkeit der Kinder, sie erfahren hierdurch Informatik als erlernbar (Kontrollüberzeugung), und zwar entgegen gesellschaftlicher Stereotype unabhängig vom Geschlecht. Informatik manifestiert sich in menschengemachten, kreativen Artefakten und Ideen und ist keine „Geheimwissenschaft“. Die Kinder stellen hingegen wechselseitige Bezüge von der Informatik zu ihrem Alltag her. Die/der Einzelne erkennt auch für sich selbst, dass auch sie/er informatische Kenntnisse erlernen kann (Selbstwirksamkeitsüberzeugung) und dass dies Freude macht. Es wird demnach unter Rückgriff auf die erfahrene informatische Selbstwirksamkeit die weitere Arbeit an Informatiksystemen als möglich empfunden. Diese aktive Auseinandersetzung gewinnt – wie eingangs eingeführt – Relevanz aufgrund der Präsenz informatischer Systeme im alltäglichen Leben, woraus sich die zentrale Bedeutung des Themas für die Bildung ableiten lässt.

2.2 Politische und curriculare Verankerung

Die hohe Bedeutung der informatischen Bildung findet sich auch in verschiedenen politischen und curricularen Dokumenten wieder. Die Landesregierung NRW hat für die aktuelle Legislaturperiode das Ziel ausgegeben, den Informatikunterricht an allen Schulformen zu stärken [CF17b, S. 15]. Mit der Einführung des Pflichtfachs Informatik in den Klassen 5 und 6 zum Schuljahr 2021/22 wird ein Schritt in diese Richtung für die weiterführenden Schulformen gemacht. „Alle Schülerinnen und Schüler sollen bestmöglich auf die Anforderungen einer zunehmend von Informatiksystemen geprägten Lebens- und Arbeitswelt vorbereitet werden. Hierzu ist neben der Vermittlung von Medienkompetenzen und Fähigkeiten zum Anwenden und Bedienen digitaler Systeme besonders das Verständnis der zugrundeliegenden informatischen Konzepte von großer Bedeutung, um den Nutzen

sowie die Wirkungsweise solcher Systeme bewerten zu können. Deshalb soll schon in der Grundschule – und zwar insbesondere in den Fächern Mathematik und Sachunterricht – eine erste altersgerechte Begegnung mit informatischen Inhalten erfolgen, an die dann die weiterführende Schule anknüpfen kann“ [CF17a]. Insbesondere sollen Kinder auch dort Grundkenntnisse im Programmieren erlernen [CF17b, S. 15]. Die digitale Bildung kann als Gegenstand schulischer Bildung zunächst aus dem DigComp-Modell [Fe13] als europäischem Referenzrahmen hergeleitet werden. Konkretisierung auf Bundesebene findet die digitale Bildung zunächst durch die Kultusministerkonferenz [KMK19] und schließlich auf der Länderebene durch den Medienkompetenzrahmen NRW [MNW20]. Hier werden in Anlehnung an die Strategie zur Bildung in der digitalen Welt [KMK19] sechs Kompetenzbereiche ausgewiesen: (1) Bedienen und Anwenden, (2) Informieren und Recherchieren, (3) Kommunizieren und Kooperieren, (4) Produzieren und Präsentieren, (5) Analysieren und Reflektieren sowie (6) Problemlösen und Modellieren. Insbesondere der sechste Kompetenzbereich verankert eine informatische Grundbildung bereits in der Grundschule und auch die anderen Kompetenzbereiche profitieren durch diese. Neben Strategien zur Problemlösung sollen auch Grundfertigkeiten im Programmieren, Einflüsse von Algorithmen sowie die Auswirkungen der Automatisierung von Prozessen in der digitalen Welt reflektiert werden [MNW20, S. 22]. Die an den Sachunterricht besonders anschlussfähige Verbindung technischer Aspekte mit gesellschaftlichen Implikationen und dem Nutzungs-/ Interaktionsverhalten zeigt das Frankfurt-Dreieck der Gesellschaft für Informatik auf [GI19a]. Bereits 2003 wies Engbring über das technologische Dreieck [En03, S. 84] sowie das erweiterte technologische Dreieck [En03, S. 84] aus informatischer Sichtweise auf die starke Wechselwirkung zwischen „Gesetzen, Normen, Regeln und Konventionen“ (Soziefakten), „Kompetenzen und Qualifikationen“ (Kognifakten) und „technischen Geräten (Maschinen, Werkzeuge)“ (Artefakte) hin [En03, 80, 85 f.]. Diese komplexen Anforderungen finden sich auch teilweise im neuen Lehrplan für das Fach Sachunterricht in NRW, 2020 als Entwurf vorgelegt [MSB20b]. So sollen beispielsweise in der technischen Perspektive im Sachunterricht die Schüler*innen am Ende der Schuleingangsphase das EVA-Prinzip (Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) als Grundprinzip der Datenverarbeitung in Informatiksystemen anhand eines Beispiels simulieren und beschreiben. Die Schüler*innen sollen am Ende der Klasse 4 eine Sequenz programmieren können [MSB20b, S. 17]. Auch die fachdidaktischen Verbände beider Bezugsdisziplinen haben die Bedeutung der informatischen Bildung im Primarbereich/Sachunterricht herausgearbeitet. So geht die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) in ihrem Positionspapier zu „Sachunterricht und Digitalisierung“ auf die Bedeutung der informatischen Grundbildung im Sachunterricht ein [Pe19] und die Gesellschaft für Informatik hat eigene Empfehlungen zu Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich publiziert [GI19b].

Aktuelle Forschungsprojekte, politische Forderungen, die Auseinandersetzung der Verbände sowie die curriculare Verankerung machen die Bedeutung und die Notwendigkeit einer informatischen Bildung im Primarbereich deutlich. Haselmeier et al. betonen die Etablierung informatischer Bildung innerhalb der ersten Phase der Lehrerbildung an universitären Standorten [Ha19]. Auch der aktuelle Koalitionsvertrag in NRW unterstreicht die Inwertsetzung

im Rahmen der Lehrerbildung: „Damit dies gelingen kann, müssen angehende Lehrkräfte im Studium auf den Einsatz und Umgang mit den digitalen Möglichkeiten frühzeitig vorbereitet und digitales Lernen in der Lehrerbildung stärker verankert werden“ [CF17b, S. 15].

3 Konzept und Umsetzung in Seminaren im Sachunterrichtsstudium

In unserem Projekt (Laufzeit 04/2020 bis 03/2022) erwerben Studierende des Sachunterrichts im Vorbereitungs- und Begleitseminar zum Praxissemester bzw. anderen praxisorientierten Seminaren erste Kompetenzen zur informatischen Grundbildung, mit dem Ziel, diese Kenntnisse im Rahmen der Praxisphase zu integrieren und damit eine Vielzahl an Schulen, Schüler*innen sowie Lehrpersonen zu erreichen. Informatik wird im Projekt als Erweiterung der Perspektiven des Sachunterrichts verstanden und reagiert damit auf die bereits oben beschrieben politischen und curricularen Forderungen. An drei universitären Standorten in NRW (Bergische Universität Wuppertal, Universität Duisburg-Essen, Westfälische Wilhelms-Universität Münster) werden im Rahmen des Projekts Lehrveranstaltungen dazu durchgeführt. Die Besonderheit ist, dass nicht nur an drei verschiedenen Standorten in NRW, sondern auch immer in Kooperation zwischen Sachunterrichtsdidaktiker*innen und Informatikdidaktiker*innen die Lehrveranstaltungen kooperativ geplant sowie durchgeführt und innerhalb der Gesamtgruppe diskutiert werden. In den Seminaren werden neben sachunterrichtsdidaktischen Aspekten informatische Grundkenntnisse theoriebasiert und praxisbezogen erarbeitet, sodass die Studierenden das erforderliche fachliche und fachdidaktische Wissen aufweisen. Im Anschluss werden Unterrichtseinheiten zu Phänomenen der Informatik [HP04] entwickelt, in der Praxis erprobt und theoriebasiert evaluiert und reflektiert. Die Studierenden erwerben so das erforderliche fachliche und fachdidaktische Wissen, um die Unterrichtseinheit zu einem Phänomen der Informatik in der Praxisphase umzusetzen. Trotz pandemiebedingten Einschränkungen und neuen Herausforderungen in der universitären Lehre begann im Sommersemester 2020 das erste Seminar an der Bergischen Universität Wuppertal mit insgesamt 29 Studierenden; in Kooperation der beiden Didaktiken fand das erste Seminar im Projekt digital statt. Die 29 Studierenden des Studiengangs Sachunterricht und Sachunterricht mit sonderpädagogischer Förderung erreichten mit unserer ersten Ausführung somit 29 verschiedene Schulen in NRW (Zentren für schulpraktische Lehrerbildung (ZfsLs) in Neuss, Solingen, Düsseldorf, Mönchengladbach). Der erste Durchgang beschäftigte sich mit dem Themenbereich Kryptologie, wobei auf Erfahrungen aus dem Projekt „Informatik an Grundschulen“ (IaG) der beteiligten Informatikdidaktiker*innen der Bergischen Universität Wuppertal zurückgegriffen werden konnte [FH19]. Folgende Bereiche wurden dabei thematisiert: das Thema Kryptologie im digitalen und nichtdigitalen Alltag, Steganographie – Verstecken und Verbergen (Historische Beispiele, Alltagsbeispiele), Codierung und Verschlüsselung, Binärcode, Freimaurercode, Brailleschrift, Morsecode, Transposition und Substitution (Skytale, Caesarcode). Im zweiten Durchgang, im Wintersemester 2020/21, erfolgt das Vorbereitungsseminar nach gleicher Struktur: Nach einer sachunterrichtsdidaktischen Herleitung erfolgt die thematische Auseinandersetzung mit einem informatischen Themenbereich. Thematisch wird in diesem

Semester der Fokus auf Programmieren am Beispiel des Einsatzes des Ozobots® gelegt. Dafür erwerben die Studierenden ($n = 18$) Fachwissen zum EVA-Prinzip, zu Code/Co-dierung, zu Algorithmen und zur Robotik. Ab dem Sommersemester 2021 werden auch an den anderen beiden Standorten Lehrveranstaltungen nach diesem Prinzip angeboten. Der Universitätsstandort Duisburg-Essen arbeitet mit den ZfsLs in Duisburg, Essen, Kleve, Krefeld und Oberhausen zusammen. Am Standort Münster wird auf Schulen und Lehrkräfte des Kooperationsprojekts „Integration von Theorie und Praxis“ (ITP) zugegriffen, welches bereits seit 1995 existiert und stetig ausgebaut wurde. So können insgesamt eine Vielzahl an ZfsLs, Schulen, Lehrpersonen und Schüler*innen erreicht werden.

4 Diskussion und Ausblick

Über das hier beschriebene Projekt sollen weitere Ergebnisse und Erkenntnisse gewonnen werden, inwieweit sich eine informatische Bildung im bestehenden Fächerkanon der Grundschule verankern lässt. Das Fach Sachunterricht wurde sowohl von Seiten der fachdidaktischen Forschung der Informatik als auch der des Sachunterrichts als geeignetes Fach skizziert [St18]. Über die drei Projektstandorte sollen unterschiedliche Parteien (Studierende, Fachdidaktiker*innen, Lehrkräfte) eingebunden werden, um neue Zugänge zur informatischen Bildung über den Sachunterricht zu erproben. Dabei wurden bewusst heterogene Umsetzungsstrategien gewählt, um bspw. auf unterschiedliche zeitliche Rahmen, Studierende und Klassenstufen eingehen zu können. Das Projekt soll Impulse hinsichtlich einsetzbarer Unterrichtsmaterialien geben. Die begleitende Forschung innerhalb des Projektes ermöglicht zudem eine Evaluation im hochschuldidaktischen wie im schulischen Bereich. Diese Forschungsergebnisse sollen im Projektverlauf publiziert werden. Die Projektergebnisse tragen zu verstetigbaren Neugestaltungen innerhalb der Studiengänge an den Standorten bei. Am Standort Duisburg-Essen werden die Projektergebnisse in das Studiengangsentwicklungsprojekt ProSUDI einbezogen, das die kohärente Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen über das gesamte Sachunterrichtsstudium hinweg vorsieht. Durch die umfängliche Erprobung und Evaluation wird informatische Grundbildung als Teilbereich digitalisierungsbezogener Bildung dauerhaft im Master im Rahmen des Praxissemesters instanzierbar und durch Verschneidung mit ProSUDI anschlussfähig an die im Vorfeld und im Nachgang erfolgte Vermittlung.

Literatur

- [Be20] Best, A.: Vorstellungen von Grundschullehrpersonen zur Informatik und zum Informatikunterricht, Dissertation, Universität Münster: Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, 2020, URL: https://ddi.wwu.de/2020_best_diss, Stand: 29.06.2021.
- [BK06] Baumert, J.; Kunter, M.: Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 09/04, S. 469–520, 2006.

- [Br60] Bruner, J. S.: The Process of Education. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1960.
- [CF17a] CDU Nordrhein-Westfalen; FDP Nordrhein-Westfalen, Hrsg.: Informatik an Grundschulen: offene Fragen, Landtag Nordrhein-Westfalen – 17. Wahlperiode, Drucksache 17/8428, 2017, URL: <https://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/dokumentenarchiv/Dokument/MMD17-8428.pdf>, Stand: 29.06.2021.
- [CF17b] CDU Nordrhein-Westfalen; FDP Nordrhein-Westfalen, Hrsg.: Koalitionsvertrag für Nordrhein-Westfalen 2017-2022, 2017, URL: https://www.cdu-nrw.de/sites/www.neu.cdu-nrw.de/files/downloads/nrwkoalition_koalitionsvertrag_fuer_nordrhein-westfalen_2017_-_2022.pdf, Stand: 29.06.2021.
- [De17] Dengel, A.: Opinions of CS Teachers in Secondary School Education about CS in Primary School Education. In (Barendsen, E.; Hubwieser, P., Hrsg.): Proceedings of the 12th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE 2017). ACM Press, New York, New York, S. 97–98, 2017.
- [DT19] Dahmen-Adkins, J.; Thaler, A.: Technologische Kompetenz für alle? Interdisziplinäre Technikdidaktik mit emanzipatorischem Bildungsziel. In (Koch, A. F.; Kruse, S.; Labudde, P., Hrsg.): Zur Bedeutung der Technischen Bildung in Fächerverbänden. Springer Nature, Wiesbaden, S. 15–27, 2019.
- [ECDL14] European Computer Driving Licence Foundation, Hrsg.: The Fallacy of the ‘Digital Native’: Why Young People Need to Develop their Digital Skills, 2014, URL: <https://epale.ec.europa.eu/sites/default/files/thefallacyofthedigitalnativepositionpaper1.pdf>, Stand: 29.06.2021.
- [En03] Engbring, D.: Informatik im Herstellungs- und Nutzungskontext. Ein technikbezogener Zugang zur fachübergreifenden Lehre, Dissertation, Universität Paderborn: Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, 2003, URL: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466-20040101126>, Stand: 29.06.2021.
- [En17] Engen, B.-K.; Giæver, T. H.; Guðmundsdóttir, G. B.; Hatlevik, O. E.; Mif-sud, L. M.; Tømte, K.: Digital Natives: Digitally Competent? In (Searson, M.; Ochoa, M. N., Hrsg.): SITE 2014–Society for Information Technology & Teacher Education International Conference. Bd. 1, Jacksonville, Florida, S. 2110–2116, 2017, ISBN: 978-1-939797-07-0, URL: <https://www.learnntechlib.org/p/147293/>, Stand: 29.06.2021.
- [Fe13] Ferrari, A.: DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe, hrsg. von Joint Research Centre of the European Commission, Luxemburg, 2013, URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC83167/lb-na-26035-enn.pdf>, Stand: 29.06.2021.

- [FGH16] Funke, A.; Geldreich, K.; Hubwieser, P.: Primary School Teachers' Opinions about Early Computer Science Education. In (Sheard, J.; Montero, C. S., Hrsg.): 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research (Koli Calling 2016). ACM Press, New York, New York, S. 135–139, 2016, URL: <https://doi.org/10.1145/2999541.2999547>, Stand: 29. 06. 2021.
- [FH19] Fricke, M.; Humbert, L.: Informatik an Grundschulen. „Ich habe ein Geheimnis!“ – Lehrerhandreichung zum Modul Kryptologie. In (Humbert, L.; Magenheim, J.; Schroeder, U.; Fricke, M.; Bergner, N., Hrsg.): Lehrerhandreichungen. Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019.
- [GDSU19] Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, Hrsg.: Qualitätsrahmen Lehrerbildung Sachunterricht und seine Didaktik. Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 2019.
- [Ge15] Gervé, F.: Digitale Medien. In (Kahlert, J.; Fölling-Albers, M.; Götz, M.; Hartinger, A.; Miller, S.; Wittkowske, S., Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2. Aufl., Klinkhardt, Bad Heilbrunn, S. 15–27, 2015, ISBN: 978-3-8252-8621-7.
- [GI19a] Gesellschaft für Informatik e. V., Hrsg.: Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt, 2019, URL: <https://dagstuhl.gi.de/fileadmin/GI/Allgemein/PDF/Frankfurt-Dreieck-zur-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf>, Stand: 29. 06. 2021.
- [GI19b] Gesellschaft für Informatik e. V., Hrsg.: Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich, 2019, URL: <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/20121>, Stand: 29. 06. 2021.
- [Ha16] Haselmeier, K.; Fricke, M.; Humbert, L.; Müller, D.; Rumm, P.: Informatikunterricht im Primarbereich – ohne qualifizierte Lehrkräfte geht es nicht. In (Thomas, M.; Weigend, M., Hrsg.): Informatik für Kinder. 7. Münsteraner Workshop zur Schulinformatik. Books on Demand, Münster, S. 103–112, 2016.
- [Ha19] Haselmeier, K.: Informatik in der Grundschule – Stellschraube Lehrerbildung, Zur Notwendigkeit nachhaltiger informatischer Bildung für angehende Grundschullehrkräfte. In (Pasternak, A., Hrsg.): Informatik für alle (INFOS 2019). Köln Druck+Verlag, Dortmund, S. 89–98, 2019.
- [HP04] Humbert, L.; Puhmann, H.: Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In (Schubert, S.; Magenheim, J., Hrsg.): Informatics and Student Assessment, Concepts of Empirical Research and Standardisation of Measurement in the Area of Didactics of Informatics. Köln Druck+Verlag, Bonn, S. 65–76, 2004, URL: <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/4916>, Stand: 29. 06. 2021.
- [Hu20] Humbert, L.; Best, A.; Micheuz, P.; Hellmig, L.: Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. Informatik Spektrum 43/, S. 85–93, 2020, URL: <https://doi.org/10.1007/s00287-020-01247-6>, Stand: 29. 06. 2021.

- [KMK19] Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK), Hrsg.: Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“, Berlin, 2019.
- [MNW20] Medienberatung NRW, Hrsg.: Medienkompetenzrahmen NRW, 2020, URL: https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/LVR_ZMB_MKR_Broschuere.pdf, Stand: 29.06.2021.
- [MSB20a] Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSB), Hrsg.: Das Schulwesen in Nordrhein-Westfalen aus quantitativer Sicht. 2019/20. Statistische Übersicht Nr. 408 (Amtliche Schuldaten), 2020, URL: https://www.schulministerium.nrw.de/system/files/media/document/file/quantita_2019.pdf, Stand: 29.06.2021.
- [MSB20b] Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSB), Hrsg.: Lehrplan Sachunterricht, Entwurf Verbändebeteiligung, 4. Dez. 2020, URL: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/k1p_gs/vb/ps_su_lpentwurf_vb_2020_12_04.pdf, Stand: 29.06.2021.
- [OECD20] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Hrsg.: Learning remotely when schools close: How well are students an schools prepared? Insights from PISA. 2020.
- [Pe10] Peschel, M.: kidipedia – Präsentieren von Sachunterrichtsergebnissen im Internet. In (Peschel, M., Hrsg.): Neue Medien im Sachunterricht. Gestern – Heute – Morgen. Schneider Verlag, Hohengehren, S. 71–78, 2010.
- [Pe19] Peschel, M.; Gervé, F.; Irion, T.; Gryl, I.; Schmeinck, D., Hrsg.: Sachunterricht und Digitalisierung. Positionspapier der GDSU (2019) – erarbeitet von der AG „Medien und Digitalisierung“, 2019, URL: https://www.researchgate.net/publication/336899363_Sachunterricht_und_Digitalisierung, Stand: 29.06.2021.
- [Sc01] Schwill, A.: Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? Eine Studie über informatische Fähigkeiten von Kindern. In (Keil-Slawik, R.; Magenheim, J., Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung. INFOS 2001 – 9. GI-Fachtagung Informatik und Schule. Paderborn, S. 13–30, 2001.
- [Sc93] Schwill, A.: Fundamentale Ideen der Informatik. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM) 25/01, S. 20–31, 1993.
- [St18] Straube, P.; Brämer, M.; Köster, H.; Romeike, R.: Eine digitale Perspektive für den Sachunterricht, Fachdidaktische Überlegungen und Implikationen. www.widerstreit-sachunterricht.de 24/, S. 20–31, 2018.